Université Mohamed V **Année universitaire 2014-2015**

Faculté des sciences de Rabat **SMP4 – M22**

T.D. Optique Physique
Série 1

Important : *Pour être profitable et afin de pouvoir, lors des séances des TD, localiser et identifier vos lacunes, la solution des exercices doit être rédigée. Cette démarche vous permettra de résoudre les problèmes des contrôles, alors que connaître la solution des exercices ne permet pas de s'adapter à toutes les situations.*

Exercice 1

Soient deux points **A** et **B** distants de **d** dans un milieu isotrope d'indice de réfraction $\mathbf{n_0=1}$.

1. Évaluer le chemin optique $\mathbf{L_{AB}}$.

2. On interpose à travers le rayon lumineux **AB** et perpendiculairement à celui-ci une lame d'épaisseur **e** et d'indice **n**. Evaluer le nouveau chemin optique $\mathbf{L'_{AB}}$.

3. AN : Calculer $\mathbf{L_{AB}}$ et $\mathbf{L'_{AB}}$ si **d = 10 cm**, **e = 2 cm** et **n = 1,5**.

4. Evaluer la différence de chemin optique $\boldsymbol{\delta}$ entre deux rayons issus de **A** :

- le premier effectue un trajet direct de **A** vers **B**,
- le second se réfléchit deux fois à l'intérieur de la lame.

Exercice 2

Un dioptre plan sépare un milieu d'indice (de réfraction) $\mathbf{n_1}$ d'un milieu d'indice $\mathbf{n_2}$.

1. En utilisant le principe de **Fermat**, retrouver la loi de **Snell-Descartes** pour la réflexion.

Une onde plane arrive sous l'angle d'incidence **i** sur un dioptre.

2. A l'aide de la loi de **Malus** établir la loi de **Snell-Descartes** pour la réfraction.

Exercice 3

On considère l'onde électromagnétique plane telle que :

$$\vec{\mathbf{E}}(\mathbf{M,t}) = \vec{\mathbf{E}}_{\mathbf{M}}\mathbf{cos}\left(2\pi\left(5.10^{14}\,t - \frac{10^7}{12}(x+\sqrt{3}y)\right)\right)$$

1. Déterminer sa période et sa fréquence.

2. Déterminer sa direction de propagation dans un repère orthonormé direct **Oxyz**.

3. Déterminer sa longueur d'onde et son nombre d'onde.

4. Calculer sa vitesse de propagation. En déduire le milieu où se propage l'onde.

5. Calculer les composantes du vecteur d'onde $\vec{\mathbf{k}}$.

Exercice 4

Une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\boldsymbol{\lambda_0}$ **= 488 nm** (radiation verte) passe de l'air dans une eau d'indice **n = 1,33**.

1. Calculer la longueur d'onde dans l'eau.

2. y a-t-il un changement de fréquence de cette radiation quand on tombe dans l'eau.

3. Calculer la vitesse de cette radiation dans l'eau et sa fréquence.

4. Supposons maintenant que l'onde électromagnétique associée à cette radiation est une onde plane monochromatique de fréquence $\boldsymbol{\upsilon}$.

a. Calculer le chemin optique entre deux surfaces d'onde $\boldsymbol{\Sigma}$ et $\boldsymbol{\Sigma'}$ séparées d'une distance égale à **2 µm** dans l'air. En déduire la variation de phase $\boldsymbol{\Delta\varphi}$ de l'onde sinusoïdale entre $\boldsymbol{\Sigma}$ et $\boldsymbol{\Sigma'}$.

b. Même question que **a-** mais dans l'eau.

<u>**Exercice**</u> **5**

On considère une fibre creuse rectiligne : la gaine de la fibre est constituée d'un verre d'indice $\mathbf{n = 1{,}5}$ et on réalise le vide à l'intérieur de la fibre. On éclaire une extrémité de la fibre avec un bref signal lumineux. À l'extrémité de la fibre, de longueur $\mathbf{L = 1\ m}$, on place un détecteur dont le temps de réponse est noté $\boldsymbol{\tau}$.

1. Écrire l'expression de l'onde se propageant dans l'air le long de la fibre, et de celle se propageant dans la gaine de verre le long de la fibre.

2. Au bout de combien de temps le détecteur reçoit-il la première onde ? la seconde ?

3. En déduire le temps de réponse que doit avoir le détecteur pour séparer les deux signaux.

4. Sachant que les détecteurs usuels ont un temps de réponse de $\mathbf{10^{-6}\ s}$, quelle devrait être la longueur $\mathbf{L'}$ de la fibre pour qu'un détecteur usuel sépare les deux signaux ?

<u>**Exercice**</u> **6**

Un laser **hélium-néon** (He-Ne) émet un faisceau de lumière rouge formé de bande très étroite de fréquences centrée sur $\boldsymbol{\nu} = \mathbf{4{,}74\times10^{14}\ Hz}$.

1. Déterminer l'énergie du photon.

Le faisceau laser est de puissance $\mathbf{P = 0{,}1\ mW}$ et a une section $\mathbf{S = 3{,}14\times10^{-6}\ m^2}$.

2. Déterminer l'énergie reçue pendant une seconde par un écran interceptant perpendiculairement se faisceau.

3. Déterminer la densité de flux du rayonnement, ou intensité lumineuse **I**.